

# **IDENTIFICACIÓN Y SEGUIMIENTO DE USUARIOS PARA APLICACIONES COLABORATIVAS CON INTERFACES DE USUARIO TANGIBLES**

## *USERS IDENTIFICATION AND TRACKING FOR GROUPWARES WITH TANGIBLE USER INTERFACES*

**Alessandra Reyes Flores**

Universidad Veracruzana, México  
*itreyes@uv.mx*

**Verónica Tepo Cabrera**

Universidad Veracruzana, México  
*zS15013939@estudiantes.uv.mx*

**Carmen Mezura Godoy**

Universidad Veracruzana, México  
*cmezura@uv.mx*

**Edgard Benítez Guerrero**

Universidad Veracruzana, México  
*edbenitez@uv.mx*

**Recepción:** 30/octubre/2020

**Aceptación:** 10/diciembre/2020

### **Resumen**

Una de las necesidades básicas para soportar aspectos de colaboración en una Aplicación Colaborativa (AC) es la identificación y seguimiento de los usuarios, ya que es necesario vincular todas las interacciones que ocurren durante la actividad a una identidad. Particularmente, para las AC que proveen una Interfaz de Usuario Tangible (TUI, por sus siglas en inglés), debe mantenerse en todo momento la interacción natural. Así pues, el objetivo de este trabajo es proponer una técnica para que las AC con TUI identifiquen a los usuarios que están colaborando y hagan un seguimiento de su actividad, a fin de obtener información sobre quiénes interactúan y cuánto tiempo, lo que podría apoyar en la evaluación de usabilidad. Para validar esta técnica, se desarrolló el prototipo CUI-Vision al que se le hicieron pruebas funcionales para verificar que la técnica funciona efectivamente.

**Palabras Clave:** Aplicaciones colaborativas, identificación de usuarios, interfaces de usuario tangibles, seguimiento.

## **Abstract**

*A basic need to support collaboration aspects in a Groupware is the users identification and tracking, because it is necessary to link all the interactions that occur in the activity to an identity. In particular, for Groupwares with Tangible User Interface (TUI), natural interaction must be maintained. So, the objective of this work is to propose a technique for Groupwares with TUI to identify users who are collaborating and to track their activity, in order to know who interacts and for how long, which could support in the usability evaluation. To validate this technique, the CUI-Vision prototype was developed, and functional tests were carried out to verify that the technique works effectively.*

**Keywords:** *Groupware, tangible user interfaces, tracking, user identification.*

## **1. Introducción**

En el trabajo colaborativo se llevan a cabo diversas actividades para que un grupo de personas alcancen algún objetivo en común, derivando con esto ciertas necesidades para que logren su meta. En este sentido, existe un área de las Ciencias de la Computación llamada "Trabajo Cooperativo Asistido por Computadora" (CSCW, por sus siglas en inglés), que se encarga de estudiar cómo las personas trabajan en grupos para generar sistemas computacionales que apoyen su trabajo colaborativo y cómo estos sistemas afectan las actividades grupales [Schmidt, 1992].

De acuerdo con la CSCW, los sistemas que permiten a los usuarios colaborar, se llaman "Aplicaciones Colaborativas" (AC) (*Groupware*, término en inglés). Estas aplicaciones apoyan grupos de personas involucradas en una tarea común, y proporcionan una interfaz a un entorno compartido, la cual debe proveerle a los usuarios los medios para la comunicación, coordinación, colaboración y regulación (3Cs y R) de la actividad, pues esto influirá en el nivel de usabilidad de la aplicación marcando la diferencia entre una aplicación que se acepta y una que se rechaza [Ellis, 1991]; [Baker, 2002]; [Morales, 2018]; [Pinelle, 2003]; [Pinelle, 2008].

Tradicionalmente, las AC han sido utilizadas con Interfaces de Usuario Gráficas (GUI, por sus siglas en inglés), las cuales permiten a los usuarios interactuar con la

aplicación utilizando *mouse* y teclado como dispositivos de entrada y una pantalla como dispositivo de salida. Recientemente, investigadores de Interacción Humano Computadora (IHC) han desarrollado Interfaces de Usuario Tangibles (TUI, por sus siglas en inglés), las cuales representan y manipulan datos digitales a través de artefactos físicos [Horneck, 2006]. Algunas de estas TUI utilizan objetos físicos como dispositivos de entrada, identificadores de elementos digitales o como herramientas reales que actúan sobre datos digitales, mientras que la retroalimentación en este tipo de interfaces se proporciona principalmente en pantallas separadas, en una superficie interactiva o a través de tecnología de realidad aumentada [Butz, 2010].

Las TUI han demostrado que propician la colaboración, esto se refleja en un número considerable de aplicaciones destinadas a escenarios colaborativos que utilizan este tipo de interfaces [Regenbrecht, 2002]; [Waldner, 2006]; [Schneider, 2010]; [Caballero, 2014]. Al analizar cuestiones que aún faltan por cubrir en las AC con TUI, se observa que una de las necesidades básicas para soportar aspectos de colaboración es la identificación de usuarios, es decir, reconocer quién está interactuando con la aplicación y vincular cada una de las interacciones a una identidad [Richter, 2012]; [Schmidt, 2010]. Así mismo, es necesario hacer un seguimiento de estos usuarios, es decir, ubicar la posición del usuario durante toda la actividad a fin de obtener información sobre quiénes y cuánto tiempo interactúan. De esta forma, se pueden obtener datos para evaluar la usabilidad de la aplicación [Morris, 2004]. Al revisar la literatura existente se detectó que, para otro tipo de interfaces como las GUI, la identificación de usuarios se ha realizado a través de métodos tradicionales, sin embargo, con estos métodos se rompe el paradigma de interacción natural. Así mismo, existen sistemas en los que se interactúa de forma similar a las TUI, como las superficies interactivas, en los que utilizan para la identificación de usuarios la biometría a través del reconocimiento de huella dactilar, cámaras, sensores, o dispositivos de mano. Sin embargo, estos métodos toman tiempo del usuario para identificarse previamente y/o muestran diferencias en el estilo de interacción, ya que en estos sistemas no se consideran objetos tangibles que pudieran interferir en la identificación.

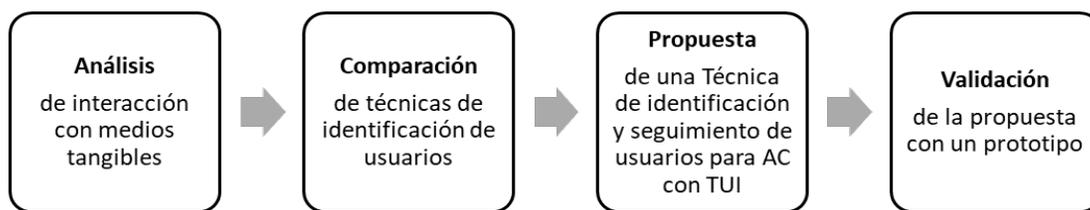
Por otra parte, la mayoría de las técnicas que actualmente se utilizan para identificar usuarios no proporcionan un seguimiento de los usuarios durante la interacción, y no reportan información de la actividad colaborativa. Esto complica el análisis de la actividad, ya que no se sabe si se cumple con los objetivos del grupo o qué tan usable es la aplicación.

Por tales motivos, se considera necesario proponer una técnica de identificación y seguimiento de usuarios en AC con TUI, enfocada en su estilo de interacción natural. Así pues, en este artículo se describe el proceso que se siguió para hacer la propuesta de esta técnica, especificando desde el análisis de requerimientos, comparación de técnicas existentes, los resultados obtenidos y finalmente la validación de la propuesta a partir del desarrollo de un prototipo.

## 2. Métodos

La estrategia metodológica utilizada para proponer una técnica de identificación y seguimiento de usuarios en AC con TUI fue seguir los pasos de la figura 1:

- **Análisis de interacción con medios tangibles.** Para analizar cómo interactúan los usuarios en actividades colaborativas utilizando objetos tangibles, y obtener los requerimientos de la técnica de identificación, se realizó un estudio observacional en el que grupos de usuarios realizaron una actividad de diseño utilizando medios tangibles.



*Fuente: Elaboración propia.*

Figura 1 Estrategia metodológica.

Los participantes del estudio fueron 22 estudiantes de la carrera de Tecnologías Computacionales de la Universidad Veracruzana, agrupados en seis equipos conformados aleatoriamente, cada uno integrado por tres o

cuatro integrantes. Los materiales que se usaron fueron, una mesa redonda que permitió a los participantes moverse libremente para colaborar con los compañeros de su equipo, papeles con elementos de una interfaz web, y plumones. A los usuarios se les entregó diversas hojas con elementos de una interfaz de usuario web, y la tarea asignada fue diseñar un prototipo de interfaz web para una empresa de software. Durante la actividad, los usuarios fueron grabados y al final fueron entrevistados. Los detalles del estudio se pueden consultar a detalle en [Reyes, 2019a] y [Reyes, 2019b].

- **Comparación de técnicas de identificación de usuarios.** Para comparar las técnicas existentes sobre identificación de usuarios, se realizaron búsquedas en Google Académico, así como los repositorios de las siguientes editoriales: ACM, IEEE y Springer. Las palabras clave con las que se hicieron las consultas fueron: “User identification”, “Authentication, Tracking”, “Collaborative interaction”, “Groupware”, “Tangible User Interfaces or Interactive tabletops”. Los criterios de inclusión fueron artículos publicados entre 2000 y 2019, y artículos de revista y en congresos.
- **Proponer una técnica de identificación y seguimiento de usuarios en AC con TUI.** Una vez que se analizaron los requerimientos, se propuso una nueva técnica de identificación y seguimiento de usuarios en AC con TUI basándose en técnicas existentes, pero respetando los requerimientos identificados.
- **Validación de la propuesta con un prototipo.** Se desarrolló un prototipo llamado CUI-Vision basado en la técnica propuesta, el cual identifica los usuarios que colaboran en una AC con TUI y les da un seguimiento durante la actividad.
- Finalmente, para evaluar el prototipo, se realizaron pruebas de funcionalidad. En estas pruebas participaron 13 personas, agrupados en cuatro equipos conformados aleatoriamente, cada uno integrado por tres o cuatro integrantes. Para la realización de estas pruebas, se necesitó de una mesa de 76 x 60 cm, para simular una superficie interactiva y un tangram para representar los objetos físicos.

### 3. Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en cada una de las etapas de la metodología utilizada.

#### Análisis de interacción y de técnicas existentes

Se detectaron cuatro necesidades principales para la técnica de identificación y seguimiento:

- **La identificación de usuarios debe ser simple en cuanto su infraestructura.** En el estudio se observó que los usuarios utilizaron toda la superficie para acomodar los materiales, también los participantes utilizaron mucho las manos para hacer señalamientos e interactuar y rodearon la mesa, por lo cual, la infraestructura del prototipo no debe quitar espacio de la superficie de interacción.
- **La identificación de usuarios no debe romper el paradigma de interacción que siguen las TUI.** Los participantes hacen movimientos corporales naturales inmediatos, entonces no se debe romper este paradigma de interacción, por lo cual, la identificación debe ser rápida, discreta, y se debe integrar al mismo tiempo que los usuarios estén colaborando.
- **La técnica de alguna manera debe permitir un seguimiento de actividad de los usuarios.** Con la finalidad de obtener más información respecto a la interacción que tiene cada usuario con la AC, es necesario no solo identificar, sino llevar a cabo un seguimiento de la actividad.
- **La técnica debe ser independiente de una TUI de uso colaborativo.** Se busca implementar esta técnica de manera independiente para que pueda ser adaptada a cualquier AC que utilice una TUI.

#### Comparación de técnicas de identificación de usuarios

Según Kharrufa *et al.*, [Kharrufa, 2017] las técnicas de identificación de usuarios en superficies interactivas se clasifican en cinco categorías, de las cuales se describen sus características en la tabla 1. Las técnicas de identificación

encontradas en la revisión de la literatura se presentan en la tabla 2. En cada técnica se especifica el método que utiliza para la identificación, el tipo de sistema para la que fueron diseñadas y la categoría a la que pertenece según la clasificación de Kharrufa *et al.*, [Kharrufa, 2017].

Tabla 1 Clasificación de las técnicas de identificación de usuarios [Kharrufa, 2017].

Categoría	Características
Tecnología de detección inherente	La identificación está integrada en la tecnología y no requiere dispositivos portátiles o sensores externos.
Seguimiento basado en cámara superior	Basados en la visión por computadora. Dependen de cámaras superiores.
Basado en la zona	La identificación en zonas específicas de la superficie.
Dispositivos portátiles y de mano	Basados en el uso de pulseras o dispositivos de mano.
Biometría	Basados en la biometría del usuario.

Tabla 2 Técnicas existentes sobre identificación de usuarios sobre mesa.

Nombre de la técnica	Método	Tipo de sistema	Categoría
HandsDown [Schmidt, 2010]	Identificación mediante el contorno de las manos.	Superficies interactivas	Seguimiento basado en cámara superior.
Carpus [Ramakers, 2012]	Identificación de la región dorsal de las manos.	Superficies interactivas	Seguimiento basado en cámara superior
IdWristbands [Meyer, 2010]	Identificación basada en Infra red, utiliza pulseras equipadas con LED infrarrojo.	Superficies interactivas	Dispositivos portátiles y de mano
Bootstrapper [Richter, 2012]	Se basa en cámaras de profundidad montadas en el borde de la mesa.	Superficies interactivas	Basado en Zona
Medusa [Annett, 2011]	Identificación basada en múltiples sensores.	Superficies interactivas	Basado en Zona
PhoneTouch [Schmidt, 2010]	Permite el uso de teléfonos para seleccionar objetivos en la superficie.	Superficies interactivas	Dispositivos portátiles y de mano
InTuit [Wiethoff, 2010]	Se basa en escaneo de huellas digitales, reconocimiento de escritura a mano, gestos espaciales o señales de tapping.	Interfaz de usuario tangible	Biometría

### Técnica de identificación y seguimiento de usuarios para AC con TUI

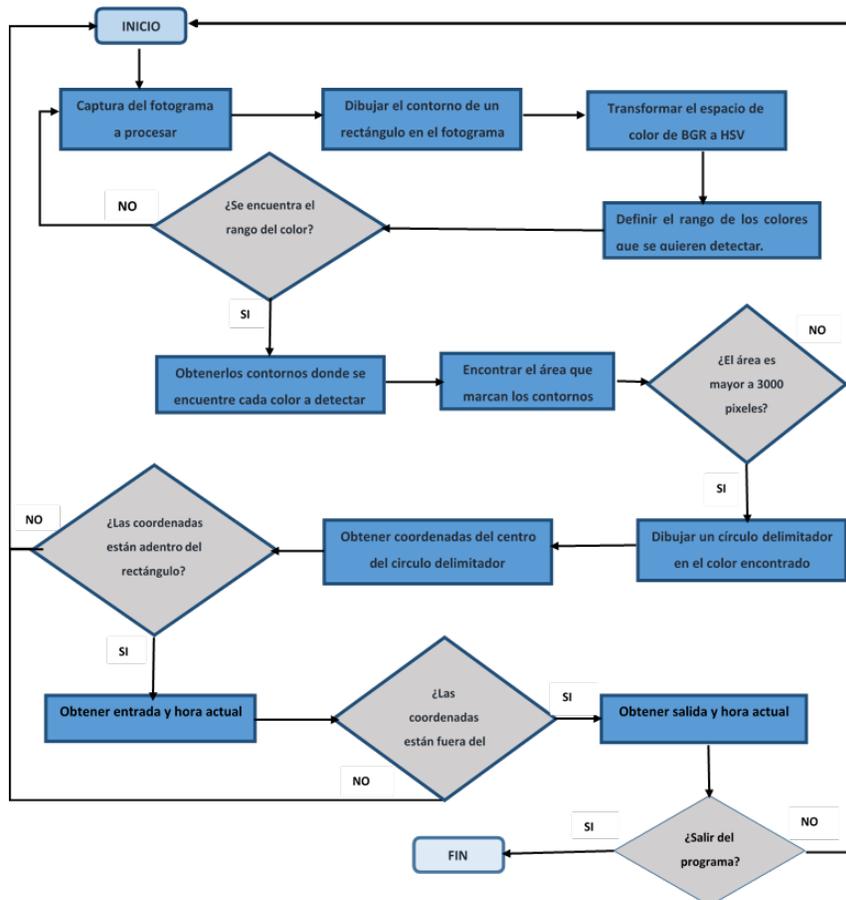
La técnica que se propone en este trabajo toma como referencia las técnicas que encajan dentro de dos categorías de la clasificación de Kharrufa *et al.*, [Kharrufa, 2017]: a) Seguimiento basado en cámara superior y b) Dispositivos portátiles y de mano, ya que utiliza la visión por computadora y una cámara superior, para identificar el color que cada usuario porta como una pulsera, figura 2.

En la figura 3 se muestra el algoritmo general para identificar a usuarios en AC con TUI, el cual se divide en cuatro puntos principales: i) Identificación de usuarios, ii) Delimitación de la zona de interacción, iii) Seguimiento de usuarios y iv) Cuantificación de la actividad.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2 Representación de la técnica propuesta.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3 Algoritmo general de la técnica propuesta.

A continuación, se describen los cuatro puntos principales del algoritmo:

- **Identificación de usuarios.** Para identificar a los usuarios se utiliza una cámara superior que captura la interacción de los usuarios. Posteriormente, se realiza un proceso de análisis de imagen para detectar los colores: rojo, amarillo, azul y verde.

En la figura 4, se muestra el proceso que se siguió para la detección de color, cada paso se describe a continuación:

- ✓ **Adquisición de la imagen.** Se captura la imagen mediante la cámara superior a través de un video.
- ✓ **Preprocesamiento.** Para distinguir los colores expuestos a la luz natural con mayor eficacia se utiliza el espacio de color HSV.
- ✓ **Segmentación.** La segmentación subdivide una imagen en sus partes constituyentes u objetos, con el fin de separar las partes de interés del resto de la imagen, por lo cual se obtiene una imagen binaria.
- ✓ **Medición (extracción de características).** Se realiza una medición objetiva de ciertos atributos de interés del objeto de estudio, en este caso el color de la pulsera, por ejemplo, en la figura 4 se encuentra el rango del color verde.
- ✓ **Interpretación (Clasificación).** De acuerdo con lo obtenido se lleva a cabo una interpretación, es decir, se identifica que durante la interacción de un usuario con una TUI se detecte el usuario esperado.

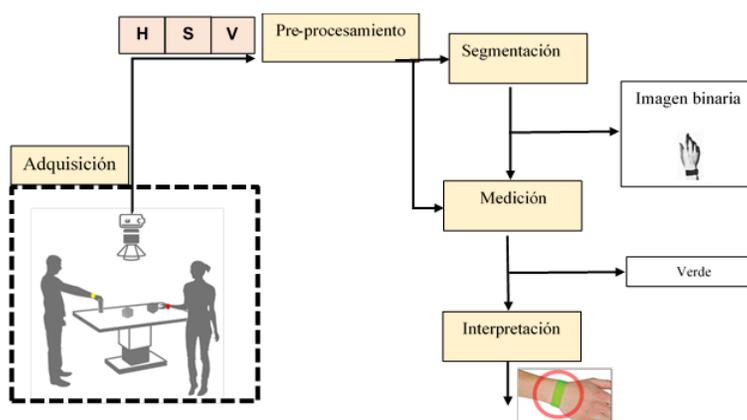
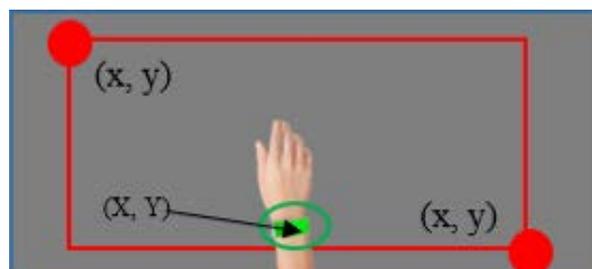


Figura 4 Proceso de detección de color. Fuente: Elaboración propia.

- **Delimitación de la zona de interacción.** Se debe determinar como zona de interacción al área de la superficie interactiva, donde realizan las actividades colaborativas los usuarios. Dependiendo de cada superficie puede ser el tamaño y el lugar de la zona de interacción. Para delimitarla, se dibuja, en la misma captura del video, el contorno de un rectángulo. La finalidad de la zona de interacción es que se pueda realizar la cuantificación de las entradas, salidas y tiempo en el que los usuarios interactuaron con la interfaz.
- **Seguimiento de usuarios.** Para llevar a cabo el seguimiento de los usuarios, se deben obtener las coordenadas centrales del usuario (de sus pulseras), y dibujar un círculo para visualizar las respectivas trayectorias de cada uno de los usuarios.
- **Conteo de actividad.** Para cuantificar el número de veces que un usuario accedió a la interfaz, este algoritmo hace una cuantificación de entradas y salidas en la llamada zona interactiva. Para obtener este conteo se realizaron los siguientes pasos:
  - ✓ **Contabilizar entradas y salidas.** Para contabilizar las entradas y salidas, como se muestra en la figura 5, es necesario obtener las coordenadas  $(X, Y)$  de la esquina superior izquierda y las coordenadas  $(X, Y)$  de la esquina inferior derecha de la zona de interacción. También se deben obtener las coordenadas  $(X, Y)$  de las pulseras que portan los usuarios. Teniendo esta información, se hace una comparación para verificar cuando las coordenadas de las pulseras están dentro la zona de interacción y cuando están afuera.



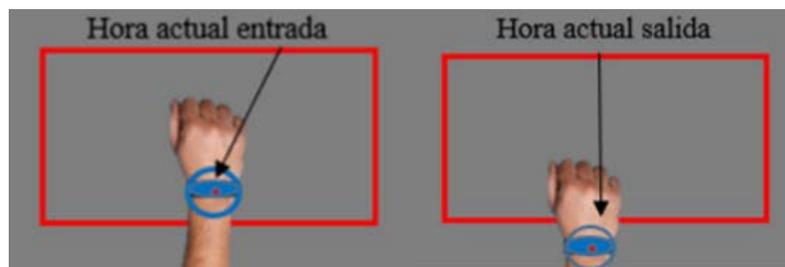
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5 Datos requeridos para cuantificar entradas y salidas.

- ✓ **Contabilizar tiempo.** Para cuantificar el tiempo en que los usuarios interactuaron con la TUI, será necesario previamente identificar sus entradas y salidas de la zona interactiva. En cuanto la pulsera del usuario esté adentro del rectángulo (es decir, cruce la línea roja) se obtendrá la *Hora\_Entrada* y cuando la pulsera esté afuera (vuelva a cruzar la línea roja) se obtendrá la *Hora\_Salida* (Figura 6). Posteriormente se debe realizar la suma que puede observarse en la ecuación 1.

$$Tiempo_{total} = Hora_{Salida} - Hora_{Entrada} \quad (1)$$

De esta manera, se obtiene el *Tiempo\_total* de interacción de cada usuario. Si el usuario entra o sale más de una vez de la zona de interacción durante la actividad colaborativa, el tiempo total deberá sumarse cada vez que entre y salga el usuario.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6 Cuantificación del tiempo de interacción.

### Validación de la propuesta con el prototipo CUI-Vision

Para probar la técnica propuesta se desarrolló CUI-Vision, un prototipo identifica y da seguimiento de los usuarios que utilizan Aplicaciones Colaborativas con TUI.

### Descripción de CUI-Vision

El prototipo CUI-Vision presenta una ventana de inicio como se muestra en figura 7. Una vez que se inicia, el prototipo abrirá la ventana principal, como se muestra en la figura 8. CUI-Vision empezará a capturar el video para luego identificar y dar seguimiento a los usuarios. En la parte derecha de la ventana, hay un rectángulo en color negro, en el que se muestra el video en tiempo real de lo que se captura desde

la parte superior de la interacción. Ahí mismo, se encuentra dibujado en rojo el contorno de la zona de interacción. Cuando los usuarios están colaborando, en la parte izquierda de esta ventana se presenta la información en tiempo real, como aparece en la figura 9.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7 Ventana de inicio de CUI-Visión.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8 Ventana principal de CUI-Visión.

USUARIO	INTERACCION	TIEMPO
	1	00:00:01:564546
	2	00:00:00:126804
	2	00:00:13:332059
	12	00:00:18:937293

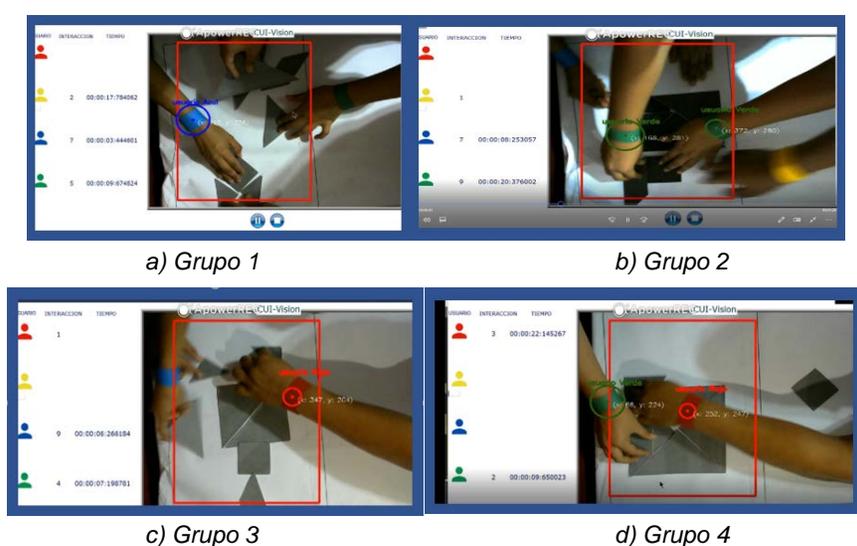
Fuente: Elaboración propia.

Figura 9 Sección en que presenta la información CUI-Visión.

En la columna de usuario se muestra el icono con su color correspondiente, en la columna de interacción se muestran el número de veces que cada usuario entró en la zona de interacción. En la última columna se visualiza el tiempo en que los usuarios estuvieron adentro de la zona de interacción.

### Evaluación funcional del prototipo

Para comprobar si el prototipo CUI-Vision, cumplía con las funcionalidades que se esperaban: i) Identificar a los usuarios, ii) Delimitar la zona de interacción, iii) Seguir la trayectoria de interacción que tienen los usuarios y iv) Cuantificar Entradas/Salidas y tiempo de interacción, fue evaluado con pruebas funcionales. Para realizar estas pruebas, se les solicitó a 4 grupos diferentes, conformados por tres y cuatro personas cada uno, que crearan figuras con un Tangram, un juego chino, que consiste en formar siluetas de figuras con cierto número de piezas dadas. Para identificar y dar seguimiento de los usuarios se colocó una cámara arriba de una mesa y se utilizó CUI-Vision. El primer grupo realizó la figura de una casa, el segundo una figura opcional, el tercero un cuadrado y el cuarto grupo una vela. Para comprobar los resultados obtenidos se comparó lo que identificó CUI-Vision y lo que identificó una persona física que fungió como observador. En la figura 10, se muestran ejemplos de la utilización de CUI-Vision en cada actividad.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10 Utilización de CUI-Vision en cada actividad.

Así mismo, en la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos de cada grupo, especificando la actividad que se realizó, el usuario identificado, el número de entradas observadas por la persona, las entradas detectadas por CUI-Vision y la diferencia entre estas observaciones.

Tabla 3 Comparación de los resultados obtenidos en cada grupo.

Grupo	Actividad	Usuario	Observación	CUI-Vision	Diferencias
1	Realizar una figura opcional.	Verde	28 entradas	27 entradas	1 entrada
		Azul	25 entradas	27 entradas	2 entrada
		Amarillo	14 entradas	3 entradas	11 entradas
2	Realizar una figura opcional.	Verde	15 entradas	12 entradas	3 entrada
		Azul	13 entradas	12 entradas	1 entrada
		Amarillo	9 entradas	6 entradas	3 entradas
3	Realizar la figura de un cuadrado.	Rojo	5 entradas	4 entradas	1 entradas
		Verde	7 entradas	3 entradas	4 entradas
		Amarillo	0 entradas	1 entrada	1 entrada
4	Realizar la figura de una vela.	Verde	19 entradas	21 entradas	2 entradas
		Azul	24 entradas	20 entradas	4 entradas
		Rojo	7 entradas	3 entradas	4 entradas
		Verde	0 entradas	1 entradas	1 entrada
Total			166 entradas	140 entradas	26 entradas

#### 4. Discusión

Al analizar cómo interactúan los usuarios con las interfaces tangibles de uso colaborativo, a través de un estudio exploratorio, se detectaron cuatro necesidades principales. Posteriormente, se investigaron y analizaron varias técnicas para identificar a los usuarios y se clasificaron según las cinco categorías de Kharrufa *et al.*, [Kharrufa, 2017]. A partir del análisis, se concluyó que cada técnica tiene ciertas limitantes, por ejemplo, Carpus y HandsDown hacen la identificación mediante el dorso o el contorno de la mano, pero para interactuar en una TUI los usuarios agarran los objetos de diferente manera, así que la cámara no siempre identificaría a los usuarios; Bootstrapper identifica los usuarios por sus zapatos, montando cámaras al borde de la superficie interactiva, sin embargo, con esto no se podría hacer un seguimiento de la actividad; finalmente, Medusa, Bootstrapper, PhoneTouch y IdWristbands utilizan muchos recursos, pues necesitan de varios sensores y tecnología infrared.

Una vez analizado los requerimientos y las técnicas existentes, se propuso una técnica de identificación y seguimiento de usuarios para AC con TUI, en la que la identificación se hace mediante el seguimiento basado en cámara superior utilizando técnicas de visión por computadora, como lo hace HandsDown o Carpus. Sin embargo, en esta técnica en vez de detectar contornos o el dorso de la mano, identifica una pulsera como se utiliza en IdWristbands, pero en una forma más simple, ya que los usuarios deben colocarse una pulsera en cada mano de un color determinado, y pueden ser de cualquier material (papel, plástico, tela, etc.).

Finalmente, para validar esta técnica se desarrolló el prototipo CUI-Vision. Este prototipo se sometió a pruebas funcionales.

Los resultados que se obtuvieron del proceso de evaluación del prototipo sirvieron para comprobar que la técnica de identificación y seguimiento de usuarios para AC con TUI funciona con un 84.33% de efectividad, ya que, al comparar las 4 actividades realizadas, se observaron un total de 166 entradas a la zona interactiva, de lo cual CUI-Vision detectó 140 entradas. En cuanto al 15.67% que corresponden a las entradas no detectadas, se identificó que el usuario con pulsera amarilla tuvo más diferencias debido a que se captaba algunas veces el color de la piel de los usuarios erróneamente.

Una de las desventajas de la técnica que se propone es que su efectividad está condicionada al tipo de luz y espacio de interacción, ya que con la luz artificial se pueden producir sombras que limiten el reconocimiento de los colores. Además, entre mayor sea el espacio de interacción, la cámara debería ubicarse a una altura mayor para captar todo el espacio, sin embargo, esto complicaría también el reconocimiento, o viceversa, si el espacio es muy pequeño provoca que los usuarios sobrepongan sus manos y el color de la pulsera no se capture.

## **5. Conclusiones**

El objetivo general de este trabajo fue proponer una técnica para que las AC con TUI identifiquen a los usuarios que están colaborando, pues es necesario vincular todas las interacciones que ocurren durante la actividad colaborativa a una identidad. Así mismo, esta técnica permite que la AC haga un seguimiento de los

usuarios, es decir, que ubique la posición del usuario durante toda la actividad a fin de obtener información sobre quiénes y cuánto tiempo interactúan.

Para la propuesta de esta técnica se siguió una estrategia metodológica, en la que el primer paso fue analizar cómo interactúan los usuarios al utilizar medios tangibles en una actividad colaborativa. A partir de este análisis, se detectaron cuatro necesidades principales.

El segundo paso fue analizar y comparar las técnicas que existen actualmente para identificar y dar seguimiento a los usuarios. Con este análisis, se detectó que cada una de las técnicas existentes posee ciertas limitaciones, por ejemplo, que requieren instrumentación adicional al comienzo de cada sesión interfiriendo la interacción natural; no hacen un seguimiento de las actividades de los usuarios; y la mayoría de estas técnicas están diseñadas para superficies interactivas que, si bien son similares a las TUI, éstas no involucran objetos físicos.

Posteriormente, se propuso la técnica de identificación y seguimiento de usuarios para AC con TUI, basada en una cámara superior y dispositivos portátiles y de mano, para lo cual los usuarios antes de comenzar a interactuar tienen que colocarse dos pulseras del mismo color, una en cada mano.

Finalmente, se desarrolló el prototipo CUI-Vision para validar la técnica propuesta. A este prototipo se le realizaron pruebas de funcionalidad, en las que, de acuerdo con los resultados, se demostró la efectividad de la técnica en un 84.5%. De esta forma, se manifiesta que la técnica es una forma factible para que las AC identifiquen los usuarios que están colaborando, lo que apoyaría a conocer posteriormente qué acciones realiza cada usuario, y así los demás miembros puedan estar informados de las actividades del grupo. Así mismo, la técnica permite seguir la interacción de cada usuario durante la actividad, cuantificando los accesos que tuvieron en la zona interactiva y el tiempo en que colaboró cada uno, a fin de obtener información sobre el rendimiento individual de cada colaborador. Esta información, además podría apoyar en la evaluación de usabilidad de la aplicación, ya que según las métricas de Morris y Winograd [Morris, 2004], conocer la distribución de acciones entre los miembros del grupo y el tiempo de interacción apoya a medir el grado y la calidad de la colaboración dentro del grupo en una AC.

Como trabajo futuro, se espera probar la técnica y el prototipo en AC con TUI implementadas; agregar la detección de movimientos a la identificación de usuarios; ubicar las zonas específicas donde ocurren más interacciones; identificar la distribución de acciones que realizaron los usuarios; e identificar el número de personas que manejan cada objeto.

## **6. Bibliografía y Referencias**

- [1] Annett M., Grossman T., Wigdor D. y Fitzmaurice G., (2011). Medusa: a proximity-aware multi-touch tabletop. En Proceedings of the 24th annual ACM symposium on User interface software and technology, pp. 337-346.
- [2] Baker K., Greenberg S. y Gutwin C., (2002). Empirical development of a heuristic evaluation methodology for shared workspace groupware. In Proceedings of the 2002 ACM conference on Computer supported cooperative work, pp. 96-105.
- [3] Brave S., Ishii H. y Dahley A., (1998). Tangible interfaces for remote collaboration and communication. In Proceedings of the 1998 ACM conference on Computer supported cooperative work, pp. 169-178.
- [4] Butz A., (2010). User interfaces and HCI for ambient intelligence and smart environments. In Handbook of ambient intelligence and smart environments, pp. 535-558. Springer, Boston, MA.
- [5] Caballero D., Wen Y., Prieto L. P. y Dillenbourg P., (2014). Single locus of control in a tangible paper-based tabletop application: an exploratory study. In Proceedings of the Ninth ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces, pp. 351-356.
- [6] Ellis C. A., Gibbs S. J. y Rein G., (1991). Groupware: some issues and experiences. *Communications of the ACM*, 34(1), 39-58.
- [7] Hornecker E. y Buur J., (2006). Getting a grip on tangible interaction: a framework on physical space and social interaction. In Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems, pp. 437-446.
- [8] Morales G. S., Mezura Godoy C., Flores I. A. R. y Benítez Guerrero E., (2018). Proceso de evaluación de usabilidad en aplicaciones colaborativas con

- interfaces de usuario multimodal. *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (26), 68-82.
- [9] Morris M. R. y Winograd T., (2004). Quantifying collaboration on computationally enhanced tables. In *CSCW 2004 Workshop on Methodologies for Evaluating Collaboration Behaviour in Co-located Environments*.
- [10] Kharrufa A., Ploetz T. y Olivier P., (2017). A unified model for user identification on multi-touch surfaces: a survey and meta-analysis. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 24(6), 1-39.
- [11] Meyer T. y Schmidt D., (2010). IdWristbands: IR-based user identification on multi-touch surfaces. En *ACM international conference on interactive tabletops and surfaces*, pp. 277-278.
- [12] Pinelle D. y Gutwin C., (2008). Evaluating teamwork support in tabletop groupware applications using collaboration usability analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 12(3), 237-254.
- [13] Pinelle D., Gutwin C. y Greenberg S., (2003). Task analysis for groupware usability evaluation: Modeling shared-workspace tasks with the mechanics of collaboration. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 10(4), 281-311.
- [14] Ramakers R., Vanacken D., Luyten K., Coninx K. y Schöning J., (2012). Carpus: a non-intrusive user identification technique for interactive surfaces. En *Proceedings of the 25th annual ACM symposium on User interface software and technology*, pp. 35-44.
- [15] Regenbrecht H. T., Wagner M. y Baratoff G., (2002). Magicmeeting: A collaborative tangible augmented reality system. *Virtual Reality*, 6(3), 151-166.
- [16] Reyes Flores A., Mezura Godoy C. y Benítez Guerrero E., (2019a). Requirements Analysis for Tangible User Interfaces for Collaborative Use. In *2019 IEEE International Conference on Engineering Veracruz (ICEV)*, vol. 1, pp. 1-7. IEEE.
- [17] Richter S., Holz C. y Baudisch P., (2012). Bootstrapper: recognizing tabletop users by their shoes. En *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1249-1252.

- [18] Reyes Flores A., Mezura Godoy C. y Benítez Guerrero E., (2019b). Understanding social interactions for the design of tangible user interfaces. In Proceedings of the IX Latin American Conference on Human Computer Interaction, pp. 1-8.
- [19] Schmidt D., Chehimi F., Rukzio E. y Gellersen H., (2010). PhoneTouch: a technique for direct phone interaction on surfaces. En Proceedings of the 23rd annual ACM symposium on User interface software and technology, pp. 13-16.
- [20] Schmidt D., Chong M. K. y Gellersen H., (2010). HandsDown: hand-contour-based user identification for interactive surfaces. En Proceedings of the 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Extending Boundaries, pp. 432-441.
- [21] Schmidt K. y Bannon L., (1992). Taking CSCW seriously. Computer Supported Cooperative Work (CSCW), 1(1-2), 7-40.
- [22] Schneider B., Jermann P., Zufferey G. y Dillenbourg P., (2010). Benefits of a tangible interface for collaborative learning and interaction. IEEE Transactions on Learning Technologies, 4(3), 222-232.
- [23] Waldner M., Hauber J., Zauner J., Haller M. y Billinghamurst M., (2006, November). Tangible tiles: design and evaluation of a tangible user interface in a collaborative tabletop setup. In Proceedings of the 18th Australia conference on Computer-Human Interaction: Design: Activities, Artefacts and Environments, pp. 151-158.
- [24] Wiethoff A., Kowalski R. y Butz A., (2010). inTUIt: simple identification on tangible user interfaces. En Proceedings of the fifth international conference on Tangible, embedded, and embodied interaction, pp. 201-204.